

Opinnäytetyö AMK

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Rakennusmestari (AMK)

2012

Pasi Tuominen

# AS. HUOVINMÄNTY OY:N HISSITYÖ



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Turun ammattikorkeakoulu

Tekniikka, ympäristö ja talous

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Rakennusmestari (AMK)

Tuotantojohtaminen

Pasi Tuominen

Opinnäytetyö

AS. HUOVINMÄNTY OY:N HISSITYÖ

Hyväksytty

Turussa \_\_\_\_/\_\_\_\_ \_\_\_\_

Ohjaaja

\_\_\_\_\_

lehtori Risto Grusander

Koulutuspäällikkö

\_\_\_\_\_

tekn. lis. Esa Leinonen

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma | Rakennusmestari (AMK)

Syksy 2012 | 45 sivua

Ohjaaja: Risto Grusander

Pasi Tuominen

## AS. HUOVINMÄNTY OY:N HISSITYÖ

Tämä opinnäytetyö selvittää hissien rakentamista vanhaan asuinkerrostaloon sekä sen eri rakennustyövaiheita. Työssä käsitellään ensin teoriaosa kuudesta työhön liittyvästä osiosta ja sen jälkeen teorian soveltamista työmaan käytäntöön. Viimeiseksi käsitellään vielä omaa osaamistasoa ja sen kehittämistä.

Tässä työssä käsitellään asuinkerrostalon hissilaajennuksen eri työvaiheita rakennusurakoitsijan näkökulmasta ja sovelletaan teoriaa käytännön työmaaoihin. Työssä käsitellään kohdetta, jossa hissi rakennettiin talon ulkopuolelle. Teoriaosuudessa on käytetty enimmäkseen Rakennustieto Oy:n kirjallisuutta sekä aiemmin opittua teoriaa.

Työn tavoitteena oli saada kokemusta hissien jälkiasennuksesta kerrostaloihin ja toiminnan kehittäminen seuraaviin kohteisiin. Hissityö valmistui lopputarkastusta vaille valmiiksi opinnäytetyön aikana.

### ASIASANAT:

elementtirakentaminen, hissit, kerrostalo, korjausrakentaminen, teräsrakenteet

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme in Construction Management | Production management

Autumn 2012 | 45 pages

Instructor: Risto Grusander, Senior Lecturer

Pasi Tuominen

# LIFT CONSTRUCTION FOR HOUSING COMPANY HUOVINMÄNTY

This thesis presents the constructing of a lift in an old block of flats and describes the different steps of construction. The theory is explained first in six different work-related sections and then practical applications are discussed. Finally the authors level of knowledge and its improvement are pondered.

In this thesis the different steps of constructing a lift in an old block of flats are described from the contractor's point of view and theory is applied to real life construction sites. The thesis tells about a case where the lift was built outside the building. In the theory part, Rakennustieto Oy's literature and previously learned knowledge were used.

## KEYWORDS:

precast construction, lift, block of flats, reconstruction, steel structure

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2 TUOTANNONSUUNNITTELUN JA OHJAUKSEN TEORIA</b>	<b>9</b>
2.1 Tehtäväsuunnittelu	9
2.1.1 Lähtökohdat tehtäväsuunnitteluun	9
2.1.2 Tehtäväsuunnittelun hyödyt eri osapuolille	11
2.1.3 Tehtäväsuunnittelu	12
2.2 Ajallinen suunnittelu ja valvonta	12
2.2.1 Rakennushankkeen vaiheet ja päätökset	13
2.2.2 Yleisaikataulu	14
2.2.3 Suunnitelma-aikataulu eli piirustusaikataulu	16
2.2.4 Hankinta-aikataulu	16
2.2.5 Rakentamisvaihe aikataulu	17
2.2.6 Viikkoaikataulu	18
2.2.7 Tuotannon ohjaus ja -valvonta	18
2.3 Rakennussopimukset	19
2.3.1 Tarjouspyyntö	19
2.3.2 Tarjous	19
2.3.3 Tarjouksessa havaittu virhe	20
2.3.4 Tarjouksen hyväksyminen	20
2.3.5 Sivu- ja aliurakkasopimukset	21
2.3.6 Sopimusasiakirjojen tulkinta	22
2.4 Työ- ja ympäristöturvallisuus	23
2.5 Tuotantotekniikka	25
2.5.1 Tuotannonsuunnittelu maanrakennustöissä	26
2.5.2 Perustustöiden tuotannonsuunnittelu	27
2.5.3 Teräsrunkotyöt	28
2.5.4 Vesikattotyöt	29
2.6 CAD-ohjelmien hyödyntäminen tuotannossa	30
2.6.1 3D-grafiikka	31
2.6.2 3D-mallinnus AutoCAD:lla	31
2.6.3 Tietomallinnus	32
2.6.4 Rakennuksen tietomallinnus laserkeilauksella	32

<b>3 TEORIAN SOVELTAMINEN KÄYTÄNTÖÖN TYÖMAALLA</b>	<b>34</b>
3.1 Tehtäväsuunnittelu	34
3.1.1 Yrityksen toimintatapa	34
3.1.2 Oma toiminta työmaalla	34
3.1.3 Johtopäätökset	35
3.2 Ajallinen suunnittelu ja valvonta	35
3.2.1 Toimintatapa työmaalla	35
3.2.2 Oma toiminta aikataulusuunnittelussa	35
3.2.3 Johtopäätökset	36
3.3 Rakennussopimukset	36
3.3.1 Työmaan toimintatapa	36
3.3.2 Oma toiminta työmaalla	37
3.3.3 Johtopäätökset	37
3.4 Työ- ja ympäristöturvallisuus	37
3.4.1 Työmaan toimintatapa	37
3.4.2 Oma toiminta työmaalla	38
3.4.3 Johtopäätökset	38
3.5 Tuotantotekniikka	39
3.5.1 Yrityksen toimintatapa	39
3.5.2 Oma toiminta tuotantotekniikassa	39
3.5.3 Johtopäätökset	39
3.6 CAD-ohjelmien hyödyntäminen tuotannossa	40
3.6.1 Työmaan toimintatapa	40
3.6.2 Oma toiminta työmaalla	40
3.6.3 Johtopäätökset	41
<b>4 OMA OSAAMISTASO JA KEHITTÄMISTARVE</b>	<b>42</b>
4.1 Tehtäväsuunnittelu	42
4.2 Ajallinen suunnittelu ja valvonta	42
4.3 Työ- ja ympäristöturvallisuus	42
4.4 Rakennussopimukset	43
4.5 Tuotantotekniikka	43
4.6 CAD-ohjelmien hyödyntäminen tuotannossa	43
<b>5 YHTEENVETO</b>	<b>44</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>45</b>

## **LIITTEET**

- Liite 1. Viikkoaikataulu, viikot 38–40
- Liite 2. Työ- ja mittakuva
- Liite 3. Rakennekuva
- Liite 4. Raudoitusluettelo

## **KUVAT**

Kuva 1. Laserkeilaus 33

## **KUVIOT**

Kuvio 1. Tehtäväsuunnittelu Demingin ympyrä -mallin mukaan 10  
Kuvio 2. Sopimussuhteet urakkasopimuksen ja alistamissopimuksen mukaan 21

# 1 JOHDANTO

Työssä käydään läpi hissien rakentaminen vanhaan asuinkerrostaloon. Työkohteeksi oli Laitilan keskustan tuntumassa sijaitseva neljäkerroksinen tiilivuorattu asuinkerrostalo asunto-osakeyhtiö Huovinmänty oy. Asuinkerrostalo on rakennettu 1970-luvun lopulla ja sisältää kaksi porraskäytävää. Taloon on aikaisemmin tehty ikkunaremontti. Putkiremonttia taloon ei ole vielä tehty, mutta ei myöskään ole ollut yhtään putkirikkoa. Asukkaiden ikääntyessä hissien tarve taloyhtiössä on kasvanut, myös lapsiperheiden liikkumista pyrittiin helpottamaan rakentamalla taloon hissi. Porraskäytävän sijainnin ja muodon vuoksi hissi ja porraskäytävän laajennus rakennettiin talon ulkopuolelle.

Omiin tehtäviini porrashuoneen laajennuksessa kuului rakenne- ja työpiirustusten piirto sekä mittojen tarkistus työmaalla tuotantosunnitteluvaiheessa. Esi valmistusvaiheessa toimin laadunvarmistustehtävissä. Toimistolta työmaalle siirryin, kun perustusten muottityöt olivat valmiina. Työmaalla tehtäviini kuului rakennustöiden työjohto, määrälaskenta, tarvikkeiden hankinta sekä jonkin verran kirvesmiehentöitä.

Tavoitteena oli kehittää työmaan työmenetelmiä ja selvittää mahdollisia muutosehdotuksia seuraaviin hankkeisiin. Myös työturvallisuuden parantaminen ja sen noudattaminen työmaalla oli yksi keskeisistä tavoitteista. Työn tavoite oli saada kokemusta yleisesti työjohtosta ja hissien rakentamisesta vanhaan kerrostaloon sekä perehtyä yrityksen toimintatapoihin ja menetelmiin.

Tämä työ on rajoitettu koskemaan vain kyseistä työmaata, eikä työssä ole lähdetty vertaamaan muihin rakenneratkaisuihin, kuten valmiisiin hissimoduuleihin.



## 2 TUOTANNOSUUNNITTELUN JA OHJAUKSEN TEORIA

### 2.1 Tehtäväsuunnittelu

Tehtäväsuunnittelulla tarkoitetaan rakennustyömaalla olevan yhden tehtäväkonaisuuden suunnittelua, ohjausta ja valvontaa koko työvaiheen ajan. Tehtävä voi olla työkauppa, aliurakka tai omana työnä tehtävä työkokonaisuus. Tehtäväsuunnittelu sisältää laatuvaatimusten, aikataulu- ja kustannustavoitteiden tarkistamisen sekä työssä tarvittavien resurssien suunnittelun, riskien tunnistamisen ja turvallisuuden varmistamisen. Tehtäväsuunnitelma laaditaan viimeistään ennen tehtävän aloitusta (Ratu S-1228 2010, 1.)

#### 2.1.1 Lähtökohdat tehtäväsuunnitteluun

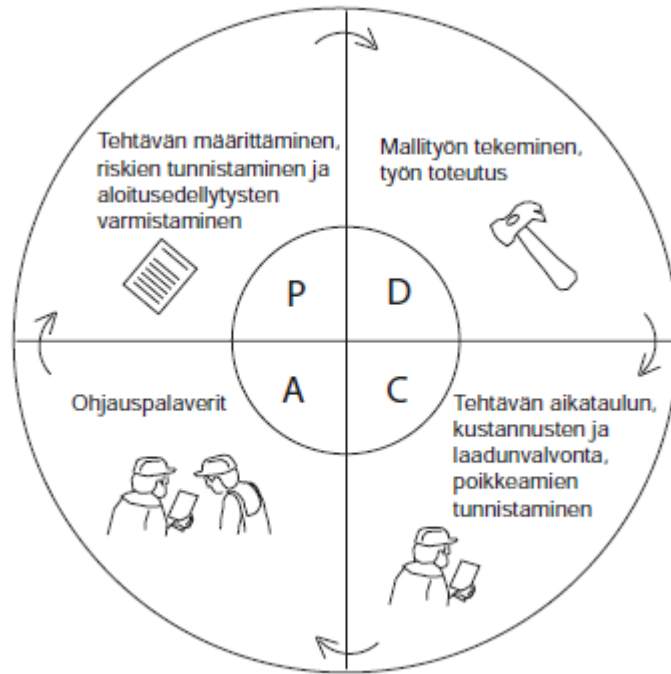
Tehtäväsuunnittelulla varmistetaan, että työn kaikilla osapuolilla on yhteinen käsitys työn sisällöstä ja tavoitteista. Riskien arviointi tehdään tehtäväkohtaisesti, jolloin niitä voidaan ehkäistä ennakkoon ja varautua häiriöihin.

Tehtäväsuunnitteluprosessin ytimenä on suunnittelun tarpeen tiedostaminen,

- miksi tehtäväsuunnitelma tehdään
- mitä suunnitellaan
- mitkä ovat tämän tehtävän riskikohdat (Ratu S-1228 2010, 2)?

Suunnittelun etenemistä voidaan kuvastaa Demingin ympyrä -mallin mukaan. Tehtäväsuunnittelu (Plan) sisältää tehtävän määrittämisen ja aloitusedellytyksen varmistamisen. Tekeminen (Do) sisältää ensin mallityön teon ja sen jälkeen työn toteutuksen. Tarkistusvaihe (Check) sisältää aikataulun, kustannusten ja laadun valvontaa. Työn ohjauksessa (Act) havaittuihin poikkeamiin puututaan ja

ohjataan työtä, suunnittelemalla tarvittavat korjaustoimenpiteet (Ratu S-1228 2010, 3.)



Kuvio 1. Tehtäväsuunnittelu Demingin ympyrä -mallin mukaan (Ratu S-1228 2010, 3).

Tehtäväsuunnittelulla tarkennetaan tuotantosuunnitelmat, jotka on laadittu yleisaikataulussa ja rakennusvaihe aikataulussa. Tehtäväsuunnittelu laaditaan niin tarkaksi, että sillä voidaan ohjata ja johtaa työtä. Tavoitteena on, että tehtävä tulee suoritetuksi aikataulun ja laaditun budjetin mukaisesti. Suunnitelma parantaa työnjohdon ja työntekijöiden välistä tiedonkulkua (Ratu S-1228 2010, 3.)

Tehtäväsuunnittelussa yhdistyvät kaikki suunnitelmat kuten aikataulu-, kustannus- ja turvallisuussuunnitelmat. Kun tehtäväsuunnitelma laaditaan tarpeeksi ajoissa, voidaan sitä hyödyntää tarjouspyynnöissä ja aliurakkasopimusten lähtötiedoissa. Näin saadaan myös sopimukseen aliurakkaehdot, laatuvaatimukset ja suoritusehdot (Ratu S-1228 2010, 4.)

### 2.1.2 Tehtäväsuunnittelun hyödyt eri osapuolille

Tehtäväsuunnittelun avulla yritys voi kehittää tuotantoa ja sen myötä tuottavuutta. Kehittämiskohteena voi olla esimerkiksi laatu järjestelmän kehittäminen, takuukorjauskustannusten vähentäminen tai asiakastyytyväisyyden parantaminen. Tehtäväsuunnitelma ja sen seuranta antavat tarkkaa tietoa tehtävän onnistumisesta, toteutuneista työsaavutuksista sekä työssä mahdollisesti havaituista ongelmista. Tehtäväsuunnitelman seurannasta saadaan tietoa suunnittelun ja toteutuksen välisistä poikkeamista sekä tehtävän laadullisesta, taloudellisesta ja ajallisesta onnistumisesta. Saatuja tietoja voidaan hyödyntää seuraavan kohteen suunnittelussa ja ehkäistä ongelmien toistumista (Ratu S-1228 2010, 5.)

#### **Tehtäväsuunnitelman hyödyt eri osapuolille**

##### Yritykselle

- auttaa tuotannon kehittämisessä
- antaa tietoa hankkeen onnistumisesta
- antaa lähtötietoja tulevan toiminnan suunnitteluun

##### Työnjohtajalle

- selkeyttää tavoitteet
- toimii seuranta- ja ohjausvälineenä
- parantaa työmaan tiedonkulkua

##### Työntekijälle

- antaa mahdollisuuden osallistua suunnitteluun
- antaa selkeää tietoa tavoitteista ja vaatimuksista
- parantaa työolosuhteita
- helpottaa työn tekemistä (Ratu S-1228 2010, 5).

### 2.1.3 Tehtäväsuunnittelu

Suunniteltavat tehtävät valitaan rakennustyömaan keskeisistä tehtävistä, jotka voidaan jaotella esimerkiksi ajallisesti kriittisiin, taloudellisesti merkittäviin tai laatuvaatimuksiltaan korkeisiin tehtäviin. Huomioon on myös otettava, jos jokin työtehtävä on työntekijöille tai työnjohdolle aiemmin tuntematon. Kuitenkin kaikki työtehtävät suunnitellaan ja varmistetaan niiden aloitusedellytykset (Koski ym. 2010, 18.)

Tehtäväsuunnitteluun kuuluu mm.

1. Tehtävän sisällön määrittely eli rajaukset, liittyminen urakka- tai työkauppasopimukseen sekä vastuut ja velvollisuudet.
2. Ajallinen suunnittelu ja ohjaus
3. Talouden tarkistaminen
4. Turvallinen tehtävä
5. Laatu ja laadunvarmistus (Koski ym. 2010, 18).

### 2.2 Ajallinen suunnittelu ja valvonta

Ajankäytön suunnittelulla luodaan edellytys koko rakennushankkeen läpivientiin kustannustehokkaasti, turvallisesti sekä laadukkaasti. Rakennustyömaan aikatauluilla ohjataan ja seurataan työmaan etenemistä. Myös tuotannon poikkeaminen suunnitellusta aikataulusta pitää havaita (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 62.)

Aikataulu on hankkeen toteutuksen malli. Siinä asetetaan tavoitteet koko hankkeelle sekä yksittäisille työtehtäville. Suunniteltaessa tehtävien ajoitusta ja ajankäyttöä selvitetään realistinen toteutusmalli saatavilla olevien tietojen perusteella. Tavoitteet määrittävät työvoiman käyttöä sekä tehtävien alku- ja loppuajankohdat aikataulun mukaisesti. Tehtävät pitää olla mitattavissa aikaan ja tuotokseen verrattuna (Mäki & Koskenvesa 2007, 18.)

Hankeaikataulu, jonka rakennuttaja laatii, määrittää koko projektin etenemisen. Hankeaikataulun tulee olla realistinen rakentamisen kannalta sekä esittää realistiset näkemykset rakennusvaiheiden kestosta ja ajoituksesta. Aikataulu on rakennuttajalle tärkeä. Huonolla aikataulusuunnittelulla ja seurannalla kohde ei välttämättä valmistu sovitusti, ja myös laatuvirheet ja ongelmat lisääntyvät. Hankkeen kestoon vaikuttaa myös ajankohta ja valittu urakkamuoto. Aikataulussa täytyy huomioida ja varata aikaa myös yllätyksille ja muutoksille. Rakennuttajan laatimat aikataulupäätökset ovat

- kokonaiskesto
- Välitavoitteet
- Vuodenaika
- Suoritusjärjestys
  - Rakennuttajan hankinnat
  - Välitavoitteet
  - Sivu-urakoitsijan maksupositit
- Suunnitelmien valmistumisajankohdat
- Suunnittelun ja rakentamisen limittäminen (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 40–41).

### 2.2.1 Rakennushankkeen vaiheet ja päätökset

Hankkeen eri vaiheista laaditaan eritasoisia aikatauluja. Tarveselvitysvaiheessa selvitetään alustavasti tilojen tarpeellisuus, millaisia tiloja tarvitaan ja mitkä ovat niille asetetut vaatimukset ja rakenteet sekä arvioidaan eri ratkaisujen soveltuvuus ja edullisuus. Hankepäätös tehdään tarveselvityksestä saatujen tietojen perusteella (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 42.)

Kun rakennushankepäätös on tehty, siirrytään hankesuunnitteluvaiheeseen. Hankesuunnittelussa määritellään täsmälliset laajuutta, toimivuutta, laatua, kustannuksia, ajoitusta ja ylläpitoa koskevat tavoitteet. Suunnitelman pohjalta teh-

dään investointipäätös. Suunnitelmasta selviää rakennushankkeen toteutustapa ja määritellään rakennuspaikka sekä myös tarvittavat tiedot investointipäätöksen tekoon ja rakennussuunnittelun tavoitemäärittelyn (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 42.)

Rakennussuunnitteluvaiheessa tutkitaan erilaisia maankäyttöratkaisuja sekä valitaan parhaiten hankesuunnitelman tavoitteita vastaava suunnitteluratkaisu. Valitun suunnitteluratkaisun pohjalta tehdään investoinnin kustannusarvio sekä selvitys ylläpitokustannuksista ja tarkistetaan vaikutukset toimintakustannuksiin. Toteutussuunnitteluvaiheessa tehdään tarvittavat hankinta-asiakirjat ja suunnitelmat, joita tarvitaan urakkatarjouskilpailua ja hankintoja varten sekä laaditaan suunnitelmat rakentamista varten. Hankintamuodosta riippuen tarvittavien asiakirjojen tarve vaihtelee. Valmistelun päätteeksi tehdään rakentamispäätös (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 42.)

Rakentamisvaiheessa rakennetaan hankkeen suunnitelmien mukainen rakennus. Ohjaamalla ja valvomalla rakentamista saavutetaan lopputulos, joka vastaa laadullisesti ja ajallisesti sovittua toteutusta. Vaihe päättyy rakennuksen vastaanottopäätökseen, jonka jälkeen käynnistetään suunniteltu toiminta ja todetaan seurantatoimenpitein käyttövalmius. Rakennushanke päättyy, kun takuutarkastus on pidetty ja mahdolliset puutteet korjattu ja tarkastettu. Hyväksytyn takuutarkastuksen jälkeen vapautetaan takuusumma (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 42.)

### 2.2.2 Yleisaikataulu

Aikataulusuunnittelun keskeinen osa on yleisaikataulu. Yleisaikataulu laaditaan eri tarkkuuksilla rakennushankkeen etenemisen myötä, jotka voidaan luokitella karkeasti kolmeen eri vaiheeseen.

Alustava yleisaikataulu, jonka päätoteuttaja laatii, tehdään jo ennen rakentamispäätöstä tai urakkatarjouspyyntöjä. Sen avulla pystytään selvittämään, miten työt sopivat hankeaikataulun rakennusaikaan ja mikä on ajallinen kireystaso. Alustava yleisaikataulu sisältää yleensä vain päätyövaiheet karkeasti esitettynä.

Alustavan yleisaikataulun avulla pyritään selvittämään aikataulun kireys, vaadittavien välitavoitteiden saavuttaminen, töiden ajoittuminen eri vuodenaikoihin, aikaan sidotut kustannukset, henkilö- ja kalustotarve ja tärkeimpien materiaali- ja alihankintojen toimitusajat. Laadittaessa alustavaa yleisaikataulua käytetään rakennussuunnitelmia, piirustuksia ja työselostusta sekä kokemusta, joiden avulla määritetään tärkeimmät tehtävät, joita valitaan kohteen laajuuden mukaan 20–40 kappaletta. Tehtäville määritellään aloitus- ja valmistumisajankohdat sekä välitavoitteet, kuten lämpö päälle ja sähköpääkeskus asennettu. Jokaiselle tehtävälle aikataulussa merkitään määrä ja yksikkö sekä tarvittava resurssi ja työmenekki, joka saadaan Ratu-tiedostosta tai yrityksen omasta tietokannasta. Myös omaa kokemusta voi hyödyntää. Myöhempää arviointia ja tiedon hyödyntämistä varten lähtötieto on syytä merkitä aikatauluun. Alustava yleisaikataulu on yleisimmin jana-aikataulu mutta myös paikka-aikakaaviota käytetään (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 44.)

Alustavassa yleisaikataulussa esitetään

- nimikkeistötunnus tai tehtävän juokseva numero
- aikataulutehtävä
- suoritelmäärä ja -yksikkö
- mitoitustyöryhmä
- työmenekki tai saavutus
- tehtävän kesto ja ajoitus (Anssi Koskenvesa & Satu Sahlstedt 2011, 44).

Sopimusyleisaikataulu muodostuu sopimusneuvottelussa, jossa käydään yhdessä läpi alustava yleisaikataulu, jota tarkennetaan, ja molemmat osapuolet hyväksyvät sen. Sopimusaikataulussa tärkeää on, että rakennusvaiheiden ja töiden kesto on realistinen ja että siitä selviää sovitut välitavoitteet sekä aloitus- ja valmistumispäivämäärät. Ajat perustuvat kokonaisaikoihin (T4). Rakennuttaja pystyy valvomaan hankkeen etenemistä sopimusaikataulun avulla ja ohjaamaan pääurakoitsijaa. Välitavoitteisiin voidaan määritellä sakkoja. Aikataulun

muuttaminen myöhemmin on yleensä hankalaa (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 45.)

Sopimusaikataulu tarkennetaan työaikatauluksi, joka toimii eri urakoitsijoiden ja pääurakoitsijan ajallisena pohjana. Työaikataulu laaditaan tarkemmin sekä erotellaan eri rakennusvaiheet erikseen ja mukaan otetaan myös talotekniikkatyöt. Työaikataulu kattaa koko rakennushankkeen selvittäen oleelliset työvaiheet ja tapahtumat sekä käytettävän resurssin. Työaikataulu lasketaan työvuoroaikoja (T3) käyttämällä sekä lisäämällä häiriöistä aiheutuvaa pelivaraa, jotka lisätään tehtävien väliin. Yleisaikataulu esitetään yleensä jana-aikatauluna, paikka-aikakaavioon laitetaan vain päänimikkeet. Aikataulun valvonta paikka-aikakaaviolla on helppoa piirtämällä toteutunutta työmenekkiä, jolloin poikkeamat suunnitellusta havaitaan nopeasti ja voidaan tehdä korjaustoimenpiteitä (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 45.)

### 2.2.3 Suunnitelma-aikataulu eli piirustusaikataulu

Suunnitelma-aikataulun avulla johdetaan suunnittelua koko hankkeen ajan ja määritellään, milloin arkkitehti-, rakenne- ja erikoissuunnitelmat ovat valmiita ja työmaan käytössä. Suunnitelma-aikataulua tehdään yleensä hankinta-aikataulun tarpeen mukaan urakkamuodosta riippuen jo ennen tarjouspyyntö vaihetta. Piirustukset pitäisi olla valmiina reilua kuukautta ennen työvaiheen aloittamista. Suunnitteluaikataulua tulee seurata säännöllisesti, ja selvittää suunnittelijan aikataulutilanne suunnittelukokouksissa (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 48–50.)

### 2.2.4 Hankinta-aikataulu

Hankinta-aikataululla varmistetaan, että tarvittavat materiaalit ja tarvikkeet ovat työmaalla oikeaan aikaan. Hankinta-aikataulu laaditaan toimituksen aloituksesta taaksepäin siten, että ehditään laatia tarjouspyyntö. Tarjouksen antamiselle ja käsittelylle varataan myös aikaa. Hankinnan tärkeys pitää myös huomioida aika-



taulusuunnittelussa. Osa hankinnoista pitää tehdä heti rakennushankkeen alussa, jotta työt pääsevät alkuun. Karkeat lähtötiedot saadaan hankeaikataulusta. Lähtötiedot tarkentuvat yleisaikataulun tarkentumisen myötä. Tarkennetussa hankinta-aikataulussa on merkitty toimituksien varmistamisajankohdat, jolla varmistetaan, että työmaa ja toimitus ovat aikataulussa. Siihen on merkitty myös tarvittava nostokalusto ja resurssit toimituksen vastaanottoon, tarkistukseen ja varastointiin. Suunnitelmamuutokset vaikuttavat hankintojen aikatauluihin, jolloin pitää tarkistaa, mihin kaikkiin hankintoihin muutokset vaikuttavat (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 51–53.)

### 2.2.5 Rakentamisvaiheaikataulu

Rakentamisvaiheaikataulu voidaan laatia joko rakentamisvaiheille tai 2–6 kuukauden ajanjaksolle. Rakentamisvaiheaikataulu on työaikataulua tarkempi. Tärkeimmät lähtötiedot ovat

- sopimusasiakirjat
- tarkistettu määrälaskelma
- tekniset suunnitelmat
- työmenetelmä- ja kalustovalinnat
- käytettävissä olevat resurssit (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 55.)

Rakentamisvaiheaikataulu tehdään yleensä työmaalla ja esitetään janaikatauluna tai paikka-aikakaaviona. Myös aliurakoitsijoiden työt on esitettävä aikataulussa ja varmistettava ettei samassa tilassa ole päällekkäin toisia haittaavia työtehtäviä. Rakentamisvaiheaikataulusta selviää nimikkeistötunnus, aikataulutehtävä suoritemäärineen ja niiden yksikkö, työmenekki, valittu työryhmä, tehtävän kesto sekä ajoitus ja riippuvuudet (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 55–56.)

### 2.2.6 Viikkoaikataulu

Viikkoaikataululla varmistetaan, että yleisaikataulussa olevat tavoitteet saavutetaan. Se laaditaan noin kolme viikkoa eteenpäin yleisaikataulun mukaisesti. Viikkosuunnittelulla pystytään seuraamaan resurssien riittävyyttä ja tehokkuutta. Tavoitteiden saavuttamiseksi selvitetään käytettävissä olevat resurssit, mahdollinen lisätarve tai resurssien vapauttaminen muihin tehtäviin. Myös tarvittavat suunnitelmat, koneet, materiaalit ja työkohde varmistetaan. Aika- ja määrätavoitteiden perusteella arvioidaan tarvittavat resurssit ja verrataan niitä käytettävissä oleviin (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 58–60.)

### 2.2.7 Tuotannonohjaus ja -valvonta

Tuotannonohjauksessa seurataan rakentamisen etenemistä ja ennakoidaan mahdollisia häiriöitä. Työnaikaisella ohjauksella ohjataan yksittäisiä tehtäviä sekä koko kokonaisuutta ja ennalta estämään poikkeamat suunnitellusta. Rakennustehtävän onnistumisen edellytys on, että tarvittavat piirustukset, kalusto, materiaalit, työkohde, olosuhteet ja edeltävät työvaiheet ovat kunnossa. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 95–97.)

Paikka-aikakaaviolla on helppo seurata, miten työt etenevät piirtämällä toteutumaan, jolloin nähdään mahdolliset poikkeamat suunnitellusta. Myös työn valmistumista voidaan ennustaa olettamalla, että työsaavutus jatkuu samana. Vinjetivalvonnalla voidaan helposti seurata työkohteiden vapautumista seuraaville vaiheille ja muille urakoitsijoille. (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 95–97.)

Kun aikataulussa havaitaan poikkeama, on tehtävä korjaustoimenpiteitä, joilla päästään takaisin suunniteltuun tuotantoon ja aikatauluun. Korjaus voidaan tehdä lisäämällä resursseja, muuttamalla työsisältöä tai parantamalla työjärjestelyjä (Koskenvesa & Sahlstedt 2011, 95–97.)

## 2.3 Rakennussopimukset

Sopimus syntyy, kun on annettu tarjous ja siihen on annettu hyväksyttävä vastaus. Sopimus voi olla suullinen tai kirjallinen, ellei kyseessä ole määrämuotoinen oikeustoimi. Rakennusalan sopimusten ei tarvitse olla kirjallisia tai tietyn muotoisia. Suullisten sopimusten toteennäyttäminen on vaikeaa, joten urakkasopimukset tulisi tehdä kirjallisesti (Liuksiala 2004, 69.)

### 2.3.1 Tarjouspyyntö

Tarvittavien suunnitelmien valmistuttua rakennuttaja lähettää tarjouspyynnöt valitsemilleen urakoitsijoille. Tarjouspyynnössä voi olla ehtona tai ohjeena tarjouksen muoto ja miten kauan tarjouksen on oltava voimassa. Tarjouspyyntö ei edellytä rakennuttajaa tekemään sopimusta kenenkään tarjoajan kanssa. Urakoitsija ei yleensä saa korvausta tehdystä tarjouksesta, vaikka siitä on aiheutunut laskenta- ja suunnittelukuluja. Jos rakennuttajalla ei ole ollut aikomustakaan rakentaa tarjouspyynnössä kuvattua kohdetta, voi hän joutua korvaamaan tarjouksen laadinnasta aiheutuneet kulut (Liuksiala 2004, 69.)

### 2.3.2 Tarjous

Tarjouksen tulisi olla tarjouspyynnön mukainen, jotta saadut tarjoukset ovat vertailukelpoisia keskenään. Jos tarjouksen pyytäjä on julkinen rakennuttaja, on pyrittävä tekemään tarjouspyynnön mukainen tarjous varmistuakseen, että on mukana tarjouskilpailussa. Jos tarjous ei ole tarjouspyynnön mukainen, se voidaan hylätä. Urakoitsija voi tehdä tarjouspyynnön mukaisen tarjouksen lisäksi myös vaihtoehtoisen tarjouksen, esimerkiksi tarjoamalla erilaista teknistä ratkaisua, joko alentaakseen tarjoushintaa tai rakennusaikaa. Vaihtoehtoisen tarjouksen jättämisen mahdollisuudesta pitää tiedustella etukäteen tilaajalta (Liuksiala 2004, 70.)

Tarjous on jätettävä määräaikaan mennessä. Julkisissa hankkeissa myöhästyminen johtaa tarjouksen hylkäämiseen, yksityinen tilaaja voi kuitenkin huomioi-da myös myöhässä saapuneet tarjoukset (Liuksiala 2004, 70.)

Tarjous katsotaan sitovaksi sen saavuttua vastaanottajalle, josta kuitenkin poikkeuksena on urakkakilpailumenettely, jossa tarjous on sitova vasta tarjouksen jättämisen määräajan päätyttyä (Liuksiala 2004, 70).

### 2.3.3 Tarjouksessa havaittu virhe

Urakoitsija vastaa itse tarjouslaskelmissa mahdollisesti tehdyistä virheistä. Jos urakoitsija havaitsee jälkeinpäin tehneensä virheen tarjouslaskennassa, voi poikkeustapauksessa tulla kyseeseen urakkatarjouksen peruminen tai mahdollisuus virheen korjaamiseen, jos rakennuttaja on huomannut tai olisi pitänyt huomata olennaisen virheen tapahtuneen. Arvioitaessa rakennuttajan mahdollisuutta huomata virhe voidaan vertailla, paljonko virheellinen tarjous on poikennut muista tarjouksista. Eron ollessa oleellinen voidaan olettaa, että rakennuttajan olisi pitänyt huomata virhe. Näin ollen urakoitsija ei ole sidottu tarjoukseen-sa. Myös mikäli tarjous ei ole vielä vaikuttanut määräävästi tilaajaan ja urakoitsija huomauttaa tehdystä virheestä välittömästi tilaajalle (Liuksiala 2004, 73–74.)

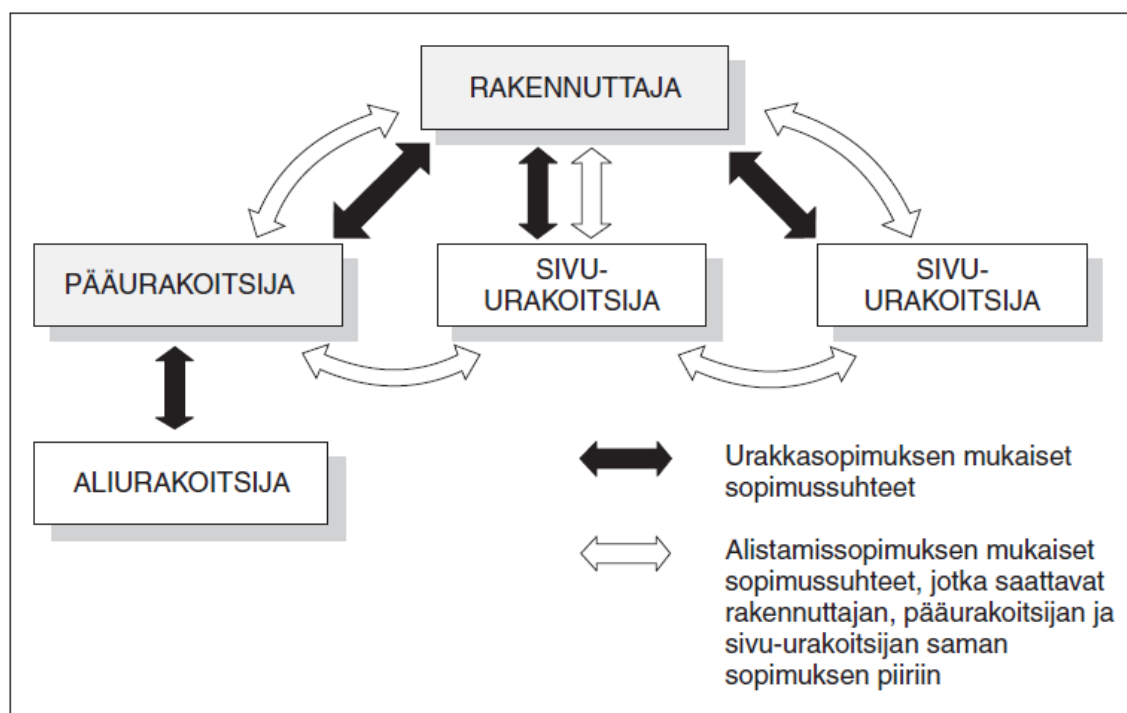
### 2.3.4 Tarjouksen hyväksyminen

Sopimus muodostuu tarjouksesta ja siihen annetusta hyväksyttävästä vastauksesta. Hyväksymisen täytyy vastata täysin tarjousta eikä siihen saa lisätä mitään rajoituksia tai ehtoja. Jos hyväksymiseen on lisätty asialisäyksiä tai muutoksia, ei sopimusta synny, vaan se katsotaan hyväksyjän tekemäksi uudeksi tarjoukseksi (Liuksiala 2004, 75.)

### 2.3.5 Sivu- ja aliurakkasopimukset

Aliurakkasopimukset laaditaan urakkasopimusten tavoin Sivu-urakkasopimukset-lomakkeella (RT 16-10667), jolla voidaan tarkentaa urakoitsijan sivuvelvoitteita joko lisäämällä tai vähentämällä niitä yleisistä ehdoista. Jos sivu-urakat alistetaan pääurakoitsijalle, tulee siitä mainita sivu-urakoitsijan tarjouspyynnössä. Pääurakkasopimusta tehdessä on tärkeää mainita alistettavat sivu-urakat, jolloin pääurakoitsijan katsotaan hyväksyneen mainitut sivu-urakoitsijat allekirjoittamalla urakkasopimuksen. Pääurakoitsija vastaa myös aliurakoitsijoiden töistä samalla tavalla kuin omistaan, joten aliurakkasopimukset tulisi laatia yhdenmukaisiksi pääurakkasopimuksen vaatimusten kanssa (Liuksiala 2004, 188.)

Sivu-urakan alistamisella tarkoitetaan menettelyä, jossa rakennuttaja tekee suoraan urakkasopimukset eri urakoitsijoiden kanssa sekä alistaa sivu-urakat pääurakoitsijalle. Näin menetellen rakennuttaja saa jaetun urakan edut hyväksensä päästen samalla vapaaksi eri urakoiden keskinäisestä organisoinnista (Liuksiala 2004, 190.)



Kuvio 2. Sopimussuhteet urakkasopimuksen ja alistamissopimuksen mukaan (Liuksiala 2004).

Jos rakennuttaja solmii sivu-urakkasopimuksia ilman alistamista niitä pääurakoitsijalle, ei työmaalla työskentelevillä eri urakoitsijoilla ole minkäänlaista sopimusta keskenään. Myös töiden yhteensovittaminen ja aikatauluttaminen jäävät tällöin rakennuttajan tehtäviksi. Maksuvelvollisuus ei siirry alistamissopimuksella pääurakoitsijalle. Sivu-urakoitsijan maksuerät maksaa rakennuttaja sen jälkeen, kun pääurakoitsija on antanut hyväksyntänsä niille. Pääurakoitsijan keskeisestä asemasta töiden koordinaattorina, on sillä parhaat valmiudet ja tiedot sivu-urakoitsijan työn arvioimiseen ja valmiusasteen määrittelyyn. Rakennuttajan maksaessa sivu-urakoitsijalle maksuja ilman pääurakoitsijan hyväksyntää vastaa rakennuttaja näin ehkä syntyneistä vahingoista (Liuksiala 2004, 190–198.)

### 2.3.6 Sopimusasiakirjojen tulkinta

Lähtökohtana tulkinnassa on sopimuksen teksti, joka kuitenkin on vain harvoin niin täydellinen, että sen avulla voidaan ratkaista syntyneet tilanteet ja kysymykset. Sopimuksen lisäksi ratkaisuperusteina käytetään

- voimassa olevaa lainsäädäntöä
- oikeuskäytäntöä
- oikeusteoriaa
- kauppatapaa, jonka piiriin rakennuslalla kuuluu ns. hyvä rakennustapa (Liuksiala 2004, 162).

Vaikka sopimus on lähtökohtaisesti tulkinnan perusta, voivat sopimusmääräykset väistyä, jos sopimus on aikaansaatu erehdyttämällä tai vilpillisesti.

Varallisuus oikeudellisista oikeustoimista annetun lain (oikeustoimilaki) 3 luvussa on säädetty oikeustoimen pätemättömyysperusteet. Kyseisen lain mukaan oikeustoimi ei ole sitova, jos se on saatu aikaan

- pakotamisella (oikeustoimilain 28 §)
- petollista viettelyä hyväksikäyttäen (oikeustoimilain 30 §)
- käyttäen hyväksi toisen pulaa, ymmärtämättömyyttä, kevytmielisyyttä tai toisesta osapuolesta riippuvaista asemaa (oikeustoimilain 31 §)

- sellaisissa olosuhteissa, että niistä tietoisesti olisi kunnian vastaista ja arvotonta vedota oikeustoimeen, ja jos sen, johon oikeustoimi on kohdistettu, täytyy olettaa niistä tietäneen (oikeustoimilaki 33 §) (Liuksiala 2004, 162.)

Sopimuksen ehdoista poikkeaminen voi tulla kyseeseen myös, jos tahdonilmaisus on saanut muun kuin tarkoitetun sisällön sopijapuolelle sattuneen erehdyksen tai virhekirjoituksen vuoksi ja jos toinen sopijapuoli on tiennyt tai hänen olisi pitänyt tietää erehdyksestä (Laki varallisuus oikeudellisista oikeustoimista 13.6.1929/228).

Sopimusasiakirjat täydentävät toisiaan ja sääntönä on, että yhdessä sopimusasiakirjassa ilmoitettu määräys on pätevä, vaikka se puuttuisikin muista sopimukseen liitetystä asiakirjoista (Liuksiala 2004, 167).

Ristiriitaiset määräykset voivat olla eri asiakirjoissa olevia eri määräyksiä samasta asiasta. Toisen ristiriidan muodostaa, kun samassa asiakirjassa tietyistä asiasta on määrätty eri tavalla. YSE 1998:ssa on määritelty sopimusasiakirjojen keskinäinen etuoikeusjärjestys. Yleiset sopimusehdot on asetettu heti urakkasopimuksen ja urakkaneuvottelupöytäkirjan jälkeen seuraavaksi. Ristiriidat piirustuksissa ratkaistaan siten, että piirustuksissa olevat mitat ovat voimassa ennen mittaamalla saatuja arvoja. Eri piirustusten ristiriidat ratkaistaan siten, että mittakaavaltaan tarkin piirustus on määräävä (Liuksiala 2004, 168–171.)

## 2.4 Työ- ja ympäristöturvallisuus

Pääperiaatteena jätehuollossa on rakennusjätteen vähentäminen ja hyödyntämisen lisääminen. Pääurakoitsijan on huolehdittava rakennusjätteen hyödyntämisestä, jos se on mahdollista ilman kohtuuttomia lisäkustannuksia. Jätehuolto on suunniteltava ja järjestettävä siten, että määräyksissä mainitut jätteet erotellaan toisistaan (Koski ym. 2010, 270.)

Ohjeita työnjohdolle ja tuotannonsuunnittelijoille

1. Tunnista ongelmajätteet
2. Tunnista hyödynnettävät jätteet

3. Varaa jätekalustoa riittävästi
4. Pyri syntypaikkalajitteluun ja sekajätteen vähentämiseen
5. Vaihtoehtoisesti jätteet voidaan toimittaa lajittelematta rakennusjätteen käsittelylaitokseen, jossa erilaisin menetelmin jätteistä erotellaan mm. metallit ja polttokelpoinen materiaali.
6. Merkitse keräilypisteet selvästi
7. Tiedota jätehuollon pelisäännöistä hankkeeseen osallistuville (Koski ym. 2010, 270).

Jätteet koostuvat pakkausmateriaaleista ja tuotantojäänteestä sekä saneerauskohteissa purettavista rakenteista. Jätettä syntyy uudiskohteessa 2–6 kg/rm<sup>3</sup> ja jätteen kustannus on 500 €/tonni. Kustannusten pienentämisessä tehokkainta on pyrkiä vähentämään jätemäärää. (Koski ym. 2010, 269.)

Hyötykäyttöön on lajiteltava seuraavat rakennusjätteet

- maa-aines-, kiviaines- ja ruoppausjätteet
- betoni-, tiili-, kivennäislaatta-, keramiikka- ja kipsijätteet
- kyllästämättömät puujätteet
- metallijätteet
- ongelmajätteet (Koski ym. 2010, 269).

Rakennustyön turvallisuudesta on säädetty työturvallisuuslaki 738/2002, ja sitä on täsmennetty ja täydennetty viimeksi valtioneuvoston asetuksella 26.3.2009/205. Asetusta sovelletaan maan alla ja päällä, sekä vedessä tapahtuvaan rakentamiseen, kunnossapitoon sekä suunnitteluun ja rakennushankkeen valmisteluun. Seuraavaksi asetuksesta:

Rakennushankkeen osapuolten yleiset velvollisuudet

Rakennushankkeessa on rakennuttajan, suunnittelijan, työnantajan ja itsenäisen työsuorittajan yhdessä ja kunkin osaltaan huolehdittava siitä, ettei työstä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville eikä muille työn vaikutuspiirissä oleville henkilöille.

Päätoteuttajan on huolehdittava perehdyttämällä ja opastamalla siitä, että kaikilla yhteisen rakennustyömaan työntekijöillä on riittävät tiedot turvallisesta työskente-



lystä ja että he tuntevat kyseessä olevan rakennustyömaan vaara- ja haittatekijät sekä niiden poistamiseen tarvittavat toimenpiteet

Rakennuttajan turvallisuuskoordinaattori ja rakennuttamistehtävät

Rakennuttajan on nimettävä jokaiseen rakennushankkeeseen hankkeen vaatimusta vastaava pätevä turvallisuuskoordinaattori.

Turvallisuuskoordinaattorin on tehtävä yhteistyötä päätoteuttajan kanssa rakentamisen turvallisuutta koskevassa suunnittelussa ja rakennustyön toteuttamisessa (VNa 205/2009.)

Rakennustyömaan turvallisuuteen vaikuttavat monet tekijät alkaen rakennushankkeen suunnitteluvaiheesta ja jatkuen läpi koko hankkeen. Työjohtajan ja työntekijöiden asenne työturvallisuuteen on merkittävä osa työturvallisuutta ja asenteita parantamalla voidaan vähentää tapaturmia. Myös työmaan siisteys ja järjestys vähentävät tapaturmariskiä. Jo työmaan aluesuunnitelmaa tehdessä kannattaa huomioida, että jäteastioita on riittävästi sekä niiden oikea sijoitus ja tyhjennys on riittävän usein.

## 2.5 Tuotantotekniikka

Tuotannon merkitys rakennustyömaalla on kasvanut ja tulee kasvamaan tulevaisuudessa. Rakennusten tekninen kehitys ja laatuvaatimukset lisääntyvät, jolloin tarvitaan tuotantoteknistä osaamista työmaalla. Tuotannonohjauksella ja suunnittelulla pystytään myös parantamaan työturvallisuutta. Myös suunnittelussa pitää huomioida tuotantotekniikan eri mahdollisuudet ja toteuttaminen työmaaoloissa. Tuotanto on tehtyjen suunnitelmien toteuttamista käytännössä rakentamalla tekniset suunnitelmat lopputuotteeksi. Tuotannonsuunnittelun osa-alueita ovat mm.

- toteutuksen ajallinen suunnittelu
- laadunsuunnittelu ja -varmistus
- toteutuksen kustannussuunnittelu ja -ohjaus
- toteutuksen turvallisuus
- suunnittelutarpeiden ohjaaminen

- hankintojen suunnittelu
- töiden organisointi (Koski ym. 2010, 14).

Tuotannonohjauksella pyritään saamaan rakennusmateriaaleista lopullinen tuote tuotantotekniikkaa käyttämällä. Ohjaus tapahtuu erilaisilla suunnitelmilla ja niiden avulla johtamiseen. Ohjaus pitää olla jatkuvaa, sekä yhteistyön on toimittava koko ketjussa suunnittelusta työnjohtoon ja toteuttajiin. Tuotantosuunnitelmat pitää olla kohdekohtaisesti tehtyjä ja oikeasti suunniteltuja, eivät määrämuotoisia asiakirjoja arkistoitavaksi. Riskianalyysit käynnissä olevasta kohteesta, ei valmiita yleisiä listoja, keskeiset riskit selvitettävä (Koski ym. 2010, 14–15.)

Tuotannonsuunnittelu etenee järjestelmällisesti tarkentuen jatkuvasti. Suunnitelmat voidaan jakaa eri tavalla joko projektitason suunnitelmiin tai yksittäisten tehtävien suunnitteluun. Jako voidaan tehdä myös aikaperusteisesti luokiteltuna yleissuunnittelu, vaihesuunnittelu ja viikkosuunnittelu (Koski ym. 2010, 15.)

Tärkeä osa tuotannonsuunnittelussa on selvittää, miten tuotantoa johdetaan, valvotaan ja ohjataan siten, että tiedetään,

- mitä tehdään
- miten tehdään
- miten työt etenevät
- mitä saadaan tulokseksi (Koski ym. 2010, 15–16).

### 2.5.1 Tuotannonsuunnittelu maanrakennustöissä

Aina ennen töiden aloitusta pidetään aloituspalaveri, jossa käydään läpi aikataulu, suunnitelmat, laatuvaatimukset, työ- ja ympäristöturvallisuus sekä kaluston ja materiaalien saatavuus. Sekä tarkistetaan viranomaismääräykset, ja että tarvittavat luvat ovat kunnossa (Koski ym. 2010, 32–43.)

Suunnitellaan työmaa-alueen käyttö ja rajataan työmaa-alue tarvittavilla aidoilla, puomeilla ja lippusiimalla. Suunnitellaan työmaanliikenne ja maapohjan kantavuus työkoneille (Koski ym. 2010, 32–43.)

Työkoneista varmistetaan, että määräaikaistarkastukset on tehty. Polttoaineet pitää säilyttää suoja-astiallisissa säiliöissä ja varattava imeytysmateriaalia. Tarkastuksista pidetään pöytäkirjaa. Työntekijät perehdytetään työmaahan ja tarkastetaan luvat ja pätevyydet (Koski ym. 2010, 32–43.)

Säilytettävät puut ja rakenteet suojataan tarpeen mukaan. Rakennusalue pidetään kuivana niin, ettei kaivantojen ja ympäristön vakavuus häiriinny. Pohjaveden alennuksesta laaditaan pohjaveden hallintasuunnitelma. Tarvittaessa kaivannot suojataan jäätymiseltä. Työn jälkeen ympäristö, kulkutiet ja varusteet puhdistetaan ja kunnostetaan lähtötilannetta vastaavaan kuntoon. Lopputarkastuksessa rakennusalueen ja ympäristön tulee olla sopimusasiakirjojen mukaisia (Koski ym. 2010, 32–43.)

#### 2.5.2 Perustustöiden tuotannonsuunnittelu

Aloituspalaverissa varmistetaan seuraavat työn aloitusedellytykset: aikataulu, suunnitelmat, työmenetelmät ja työturvallisuus. Työntekijät perehdytetään työkohteeseen ja työmenetelmiin. Käydään läpi laatuvaatimukset ja laadunvarmistusmenetelmät, menetelmä- ja laitekohtaiset turvallisuusohjeet, ja varmistetaan, että työntekijöillä on tarvittavat suojaimet käytössä. Aloitettaessa työkohdetta on edellinen työvaihe oltava valmis ja hyväksytty. Tarkistetaan koneiden kunto ja soveltuvuus sekä siirretään tarvittavat koneet ja materiaalit työmaalle, ja huolehditaan riittävästä valaistuksesta. Huomioidaan sääolosuhteet ja tehdään tarvittavat puhdistus ja hiekoitus talvella sekä pidetään kulkutiet avoinna ja työkohde siistinä. Betonointityössä tulee varautua talviolosuhteisiin, kun lämpötila laskee +5 asteen alapuolelle. Muotit saa purkaa vasta, kun suunnitelmien mukainen purkulujuus on saavutettu. Muotteja ei saa purkaa ilman lupaa. Tarkastetaan valu ja korjataan mahdolliset virheet (Koski ym. 2010, 59–60.)

Perustustöissä tehtyjen virheiden korjaaminen jälkeinpäin on vaikeaa ja kallista, ja tästä syystä suunnittelu, valvonta ja työn toteutus on tehtävä huolellisesti. Erityshuomiota kannattaa kiinnittää seuraaviin asioihin:

- alustäyttö suunnitelmien mukaan ja tiivistys huolellisesti

- anturat oikeaan korkoon
- rauditus oikeassa paikassa
- routa- ja kosteuseristys
- työn suoritus huolellisesti (Koski ym. 2010, 58).

Sortumavaara kaivannoissa on huomioitava ja tehtävä tarvittaessa kaivanto-suunnitelma. Mahdolliset louhintatyöt ovat luvanvaraisia ja vaativat erikoisammattitaitoa ja erityssuunnitelmat. Työmaan yleinen järjestys ja aluesuunnitelma parantavat työturvallisuutta ja tehokkuutta (Koski ym. 2010, 58.)

### 2.5.3 Teräsrunkotyöt

Teräs materiaalina on luja, mittatarkka ja kestää mekaanista rasitusta hyvin. Mittatarkkuus mahdollistaa teollisen esivalmistuksen, jolloin työmaalle jää vain esivalmistettujen osien asennus. Asennus on nopeaa ja yksinkertaista, ja telinetarve jää vähäiseksi. Yleensä henkilönostimesta pystytään tekemään osien liitokset ja avaamaan nostovälineet. Teräsrunko mahdollistaa pitkät jännevälit, jolloin saadaan paremmin muunneltavia rakennuksia ilman kantavia väliseiniä. Teräsrungon haittapuolina ovat palonkesto ja korroosioherkkyys. Teräsrunkoa käytetään yleensä teollisuushalleissa ja varastoissa sekä korkeissa pilvenpiirtäjissä. Teräsrakenteiden liitokset tehdään joko hitsaamalla tai pulttiliitoksina. Hitsattavia liitoksia työmaaolosuhteissa pitäisi välttää, koska työmaalla hitsausolosuhteet ovat hankalia ja tarvitaan riittävän pätevä hitsaaja. Pulttiliitokset eivät vaadi työmaalla vaativia tarkastuksia, mutta vaativat suuremman mittatarkkuuden esivalmistuksessa (Koski ym. 2010, 121–123.)

Pilarit liitetään perustuksiin joko jäykästi tai nivelliitoksella. Työmaalle suunnitellut liitokset aina kun mahdollista tehdään pulttiliitoksina (Koski ym. 2010, 124.)

Runkojärjestelmät voidaan ryhmitellä sen perusteella, millaisella pystyjäykistyksellä pitkien ja lyhyiden sivujen vaakakuormat on hoidettu. Teräsrungon jäykistämistavat ovat

- jäykistys taivutetuilla rakenteilla eli kehäjäykistys

- jäykistys ristikkorakenteilla
- jäykistys levyrakenteilla
- jäykistys yhdistelmärakenteilla (Koski ym. 2010, 125).

Runkojärjestelmän valintaan vaikuttavat rakennuksen tulevan käytön asettamien vaatimusten lisäksi mm.

- varautuminen rakennuksen laajentamiseen ja muutostöihin
- laitteiden asennusten vaatimat vapaat aukot teollisuusrakennuksissa
- suurimmat sallitut muodonmuutokset
- rakennusaika
- valmistus-, kuljetus- ja asennustekniset mahdollisuudet
- liikuntasaumamat (Koski ym. 2010, 124).

Teräsrunko tulee työmaalle elementteinä, jotka voidaan jakaa pilareihin, palkkeihin, ristikoihin ja siteisiin. Elementtien kokoon vaikuttaa työmaan kalusto sekä kuljetusmahdollisuudet. Asennustyöstä pitää tehdä asennussuunnitelma, josta selviää asennusjärjestys, työnaikainen tuenta, nostokalusto sekä työturvallisuustoimenpiteet (Koski ym. 2010, 126.)

#### 2.5.4 Vesikattotyöt

Vesikatto jaetaan rakenteellisesti kolmeen eri osaan, joilla kaikilla on oma tarkoituksensa. Osat ovat alusrakenne, lämmöneriste ja vedeneristys. Vesikattorakenteita on sekä rakenteeltaan että materiaaleiltaan hyvin erilaisia. Karkea erotelu voidaan tehdä tasakaton ja vinokaton välillä. Katon rakenne vaikuttaa katemateriaalin valintaan, joista yleisimpiä ovat bitumihuopa, pelti ja kattotiili (Koski ym. 2010, 147.)

Aloituspalaverissa käydään läpi työmenetelmät, suunnitelmat, kalusto ja aikataulu sekä työturvallisuus. Varmistetaan suunnitelmien toteutuskelpoisuus ja tarvittavat luvat, kuten tulityölupa ja että työmaalla on alkusammutuskalusto. Työkohteen vastaanottotarkastuksessa todetaan, että edelliset vaiheet ovat

valmiita ja hyväksyttyjä, tarkastuksesta tehdään muistio (Koski ym. 2010, 149–150.)

Rakennuksen oviaukot suojataan katoksella 1,5 m ulospäin ja 0,5 m sivuille sekä varoitetaan kylteillä kattotyöstä. Työmaalle varataan riittävästi sääsuojia sekä varmistetaan niiden riittävä kiinnitys. Nostoapuvälineet tarkistetaan ja seurataan niiden kuntoa koko työn ajan. Putoamissuojasuunnitelma ja sen mukaiset suojaukset, ja tarvittaessa käytetään turvavaljaita. Nostotoista tehdään nostotyösuunnitelma. Työn vastaanottotarkastuksessa luovutetaan valvontapöytäkirjat sekä huolto- ja kunnossapito-ohjeet (Koski ym. 2010, 149–150.)

## 2.6 CAD-ohjelmien hyödyntäminen tuotannossa

CAD eli tietokoneavusteinen suunnittelu, jota käytetään apuna insinöörien ja arkkitehtien suunnittelutyössä. CAD-suunnittelu on kehittynyt 2D-piirtämisestä 3D-mallinnukseen ja rakennuksen tietomalliin (BIM, Building information model). Tietokoneavusteinen piirtäminen alkoi yleistyä 1980-luvulla ja on syrjäyttänyt käsin tehdyt tekniset piirustukset 1990-luvulla teollistuneissa maissa ja on nyt syrjäytymässä 3D-mallinnuksen avulla tehtävän suunnittelun ja simuloinnin yleistyessä (Illikainen 2006, 2–8.)

CAD-piirtämisessä geometria piirretään todellisilla, oikeilla mitoilla. Käsin piirtämiseen verrattuna tarkkuus on huomattavasti suurempi. Mittakaavaa tai paperin kokoa ei tarvitse päättää ennen piirtämisen aloittamista, koska piirto tehdään todellisilla mitoilla. Näin mittakaava ja paperin koko voidaan valita vasta tulosvaiheessa. Mittatarkasta CAD-kuvasta saadaan helposti kappaleen tarkkoja mitta- ja tilavuustietoja. 3D-mallien avulla voidaan myös tehdä simulaatiotarkasteluja joilla voidaan havaita mahdollisia ongelmakohtia. Valmiiden kuvien muokaus on helppoa ja nopeaa, viivoja tai objekteja voidaan siirtää, venyttää, peilata tai monistaa. Myös valmiita symbolikirjastoja on saatavilla alakohtaisesti, sekä kerran piirrettyjä valmisosia voi tallentaa omaan kirjastoon myöhempää käyttöä varten. Rakennushankkeessa kaikki eritysalojen suunnittelijat voivat käyttää arkkitehdin tekemää luonnospohjaa, hanketietopankin avulla suunnitelmia voi-

daan jakaa ja päivittää nopeasti. Piirustusten sisältämien tietojen perusteella saadaan automaattisesti määrä- ja massaluetteloita. AutoCAD-pohjaisilla toimialakohtaisilla sovelluksilla saadaan tuottavuutta ja tehokkuutta lisättyä (Illikainen 2006, 2–6.)

### 2.6.1 3D-grafiikka

Kolmiulotteinen grafiikka tarkoittaa, että kuvassa on kolme ulottuvuutta leveys-, syvyys- ja korkeussuunta. Todellisuudessa se on kaksiulotteinen esitys kuvittelusta kolmiulotteisesta maailmasta (Peterson 1998, 10.)

### 2.6.2 3D-mallinnus AutoCAD:lla

AutoCAD:lla voidaan luoda erilaisia 3D-malleja, jotka erottuvat toisistaan esitystavan ja ominaisuuksien perusteella. Rautalanka- ja yksinkertaisia pintamalleja voidaan tehdä AutoCAD LT:llä, tilavuusmallien tekoon tarvitaan täysversio AutoCAD:sta. Rautalankamallissa kaikki viivat näkyvät, myös takana olevat. Pintamallissa taustalla olevat viivat eivät näy. Tilavuusmalli on samannäköinen kuin pintamallikin, mutta se on umpinainen ja siitä voidaan laskea kappaleen painopiste ja hitausmomentti (Illikainen 2006, 344.)

Rautalankamalli muodostuu 2D-kuva-alkioista, kuten viivoista, kaarista, ympyröistä, suorakaiteista ja kaarista. Rautalankamallinnusta käytetään 3D-mallin hahmottamiseen ja varsinaisen pinta- tai tilavuusmallien luonnin apugeometria-na (Illikainen 2006, 353.)

Tilavuusmallien geometria on tarkempaa ja täydellisempää ja niiden luonti on helpompaa kuin pintamallien. Tilavuusmallia voi hyödyntää myös massalaskennassa ja visualisoinnissa (Illikainen 2006, 356.)

### 2.6.3 Tietomallinnus

Tietomalli on rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa. Yksittäiset tiedot tallennetaan samaan paikkaan, ja sitä voi hyödyntää kaikki osapuolet suunnittelusta toteutukseen ja ylläpitoon saakka. Mallilla pystytään tekemään analyysejä ja simulointia jo hankkeen alkuvaiheessa. Tietomallista voidaan tulostaa eri dokumentteja tarpeen mukaan. Dokumenttien sisältö valitaan tarpeiden mukaan. Esimerkiksi työvaihekuvista voidaan poistaa tarpeeton tieto, jolloin niiden tulkinta nopeutuu ja helpottuu. Myös havainnekuvia työvaiheesta on helppo tulostaa. Tietomalli varmistaa, että tuotetut dokumentit ovat ristiriidattomia ja määräluettelot vastaavat tarkasti mallin määriä. Eri suunnittelualojen osamallit yhdistämällä yhdeksi yhdistelmämalliksi varmistetaan yhteensopivuus. Tietomallin osille voidaan myös lisätä tietoa aikatauluista, hinnoista ja hankinnoista. Näin esivalmistus-, valmistus- ja rakennusprosessit voivat hyödyntää tietoja prosessin hallinnasta (Ril 2012.)

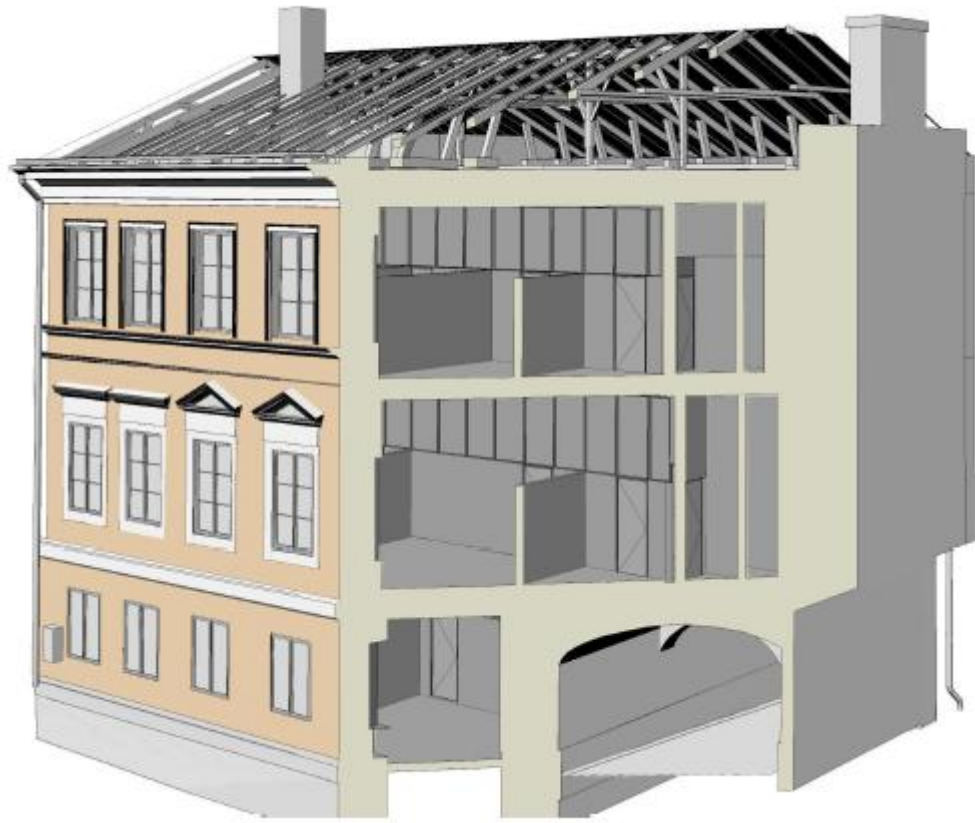
### 2.6.4 Rakennuksen tietomallinnus laserkeilauksella

Laserkeilaus mullistaa kolmiulotteista tiedonkeruuta ja mahdollistaa tarkkojen 3D-tietojen mittaamisen nopeasti, kattavasti ja kustannustehokkaasti. Mitattu pistepilvimalli ja täydentävä kuva-aineisto muodostavat sijaintitarkan ja yksityiskohtaisen dokumentaation olemassa olevasta kohteesta, kuten

- rakennusten sisätilat
- julkisivut
- kattorakenteet
- sekä tonttialueet (Pöyry 2012.)

Laserkeilauksella saadun pistepilviaineiston avulla tehdään kolmiulotteinen tietomalli, joka sisältää 3D-geometriatietojen lisäksi tiedot tiloista ja tilaryhmistä sekä tärkeimpien rakenneosien materiaalitiedot (Pöyry 2012).





Kuva 1. Laserkeilaus (Pöyry 2012).

## 3 TEORIAN SOVELTAMINEN KÄYTÄNTÖÖN TYÖMAALLA

### 3.1 Tehtäväsuunnittelu

#### 3.1.1 Yrityksen toimintatapa

Tuotantosuunnitteluvaiheessa käydään suunnitelmat läpi ja selvitetään, miten paljon ja mitkä osat voidaan tehdä valmiiksi elementeiksi tai moduuleiksi. Esi- valmistustöistä ei yleensä tehdä erikseen kirjallista tehtäväsuunnitelmaa, jollei tehtävä hankalan toteutuksen tai poikkeuksellisen suuren laatuvaatimuksen takia tarvitse tehtäväsuunnitelmaa. Kaikista töistä kuitenkin annetaan suullinen tehtäväsuunnitelma ja ohjeistus sekä kirjallinen tarkastus- ja muistilista.

#### 3.1.2 Oma toiminta työmaalla

Vastuualueeseeni kuului käytännössä kaikki hissityön rakennustyöt. Ensin tuotantohallissa tehdyn esivalmistustyön valvonta, sen jälkeen työnjohto työmaalla perustusten muottitöistä eteenpäin.

Ensimmäinen tehtäväsuunnitelma oli teräsrungon kokoonpano. Lähtötietoina oli teräsrungon kokoonpanokuva, josta laadittiin määräluettelo, jonka perusteella tarvittavat materiaalit tilattiin. Suunnitelmassa selvitettiin kokoonpanojärjestys, hitsausjärjestys, putkipilarien nosto sekä valmiin runkoelementin siirto ulos tuotantotiloista. Erityishuomiota suunnittelussa kiinnitettiin tulitöihin ja nostoihin.

Teräsrungon ja valmiin kattorakenteen sekä kerrostasanteiden paikoilleen nostosta tehtiin nostosuunnitelma.

### 3.1.3 Johtopäätökset

Tehtäväsuunnittelun osalta huomioitavaa oli lähtötietojen vähyys sisävalmistusvaiheessa sekä osittain puutteelliset tehtäväsuunnitelmat. Paremmalla omalla tehtäväsuunnittelulla myös sisävalmistustöiden ongelmat olisi havaittu aiemmin ja näin välttytty esiintyneiltä laatu- ja aikatauluongelmilta.

Tehtäväsuunnittelulla onnistuttiin varmistamaan rakennustarvikkeiden oikea-aikainen hankinta. Koska työmaalla ei ollut mahdollisuutta varastointiin, jouduttiin rakennustarvikkeet osittain varastoimaan hallille ja kuljettamaan päivittäin tarvittava määrä mukana työmaalle.

## 3.2 Ajallinen suunnittelu ja valvonta

### 3.2.1 Toimintatapa työmaalla

Yrityksellä ei itsellään ollut varsinaista yleisaikataulua laadittu kyseisestä kohteesta, koska yritys ei toiminut pääurakoitsijana hankkeessa. Työt ja tehtävät ajoitettiin hissiasentajien aikataulun mukaan. Rakennushankkeen valmistumisesta ei ollut sovittu tarkkaa päivämäärää.

### 3.2.2 Oma toiminta aikataulusuunnittelussa

Koska varsinaista yleisaikataulua ei ollut käytettävissä, oli aikataulutehtävät mitoitettava työmenekkien ja resurssien mukaan huomioiden, että jokainen kerros oli vain n. 2 m<sup>2</sup> lattia-alaltaan. Työmenekkien laskennassa apuna oli yrityksen omia menekkitietoja sekä Aikataulukirjan menekkejä. Laadin työmaalle viikkoaikatauluja noin 3 viikon jaksoina tarkentaen niitä työn edetessä. Viikkoaikataulu esitetään liitteenä.

### 3.2.3 Johtopäätökset

Työt etenivät suunnitellun mukaisesti, vaikka ei varsinaista yleisaikataulua työmaalla paperilla ollutkaan. Työmaan resurssit oli mitoitettu jo alussa siten, että rakennustyöt pysyvät hissiasennusaikataulussa. Hyvät suhteet muihin urakoitsijoihin mahdollistivat rakentamisen ilman tiukkaa aikatauluvalvontaa. Myös aikaisempi yhteistyö edellisestä hissityömaasta samoilla urakoitsijoilla helpotti rakennushankeen läpi vientiä ja resurssien määrän arviointia. Tarkemmalla aikataulusuunnittelulla olisi mahdollista saada rakennusaikaa lyhyemmäksi ja resurssien käyttöä tehokkaammaksi.

Aikatauluseurannassa ilmeni, että lasketulla resurssimäärällä työ jäi jälkeen aikataulusta johtuen kerrosten pienestä alasta, mikä aiheutti aloitettavien ja lopettavien töiden suuren määrän. Viikkoaikataulut pidemmällä jaksolla kuitenkin tasoittuivat suunnitelmien mukaiseksi. Sadepäivinä, joita oli muutama, saatiin työmaalle lisää resursseja sisävalmistustöihin, jotka olivat viivästyneet alkupe raisestä suunnitelmasta. Tehtävien suunnittelulla pystyttiin varautumaan mahdollisiin lisäresursseihin, jolloin oli varamestoja, joihin sijoittaa lisäresurssit.

## 3.3 Rakennussopimukset

### 3.3.1 Työmaan toimintatapa

Työmaalla oli kaksi urakoitsijaa, hissiurakoitsija ja rakennusurakoitsija, joilla kummallakin oli oma sopimus taloyhtiön kanssa. Rakennusurakoitsijalla oli maalari ja sähkömies tuntityölaskutuksella. Sopimukset tehtiin suullisesti. Pitkä yhteistyö samojen yritysten kesken mahdollisti joustavan rakentamisen ja suulliset sopimukset.

### 3.3.2 Oma toiminta työmaalla

Omaan työhöni ei varsinaisesti liittynyt sopimusten teko. Vastuualueeseeni kuului sopia eri urakoitsijoiden, kanssa milloin tarvitaan työmaalla sähkömiestä tai maalaustöitä.

### 3.3.3 Johtopäätökset

Työmaalla toimi hyvä yhteistyöhenki eri yritysten työntekijöiden kesken. Erikoistöiden teettäminen tuntitöinä lisäsi mahdollisesti rakennusurakoitsijan kustannuksia urakkatyöhön verrattuna mutta toi joustavuutta työmaalle. Maalaustyöstä olisi voinut pyytää urakkatarjouksia, mutta kohteen maalaustöiden vähäisyys huomioiden urakkatarjousten pyynti ei olisi ollut taloudellisesti merkittävä ja olisi sisältänyt riskin uuden urakoitsijan toiminnasta ja luotettavuudesta.

## 3.4 Työ- ja ympäristöturvallisuus

### 3.4.1 Työmaan toimintatapa

Työmaalle laadittiin nostotöistä nostotyösuunnitelmat. Ennen perustusten kaivuutöitä selvitettiin mahdolliset sähkö- ja puhelinkaapelit ja merkittiin niiden sijainti. Myös putoamissuojaukseen kiinnitettiin erityistä huomiota, sekä purkutöissä mahdollisesti putoaviin purkujätteisiin. Työmaan jätteet lajiteltiin työmaalla ja kuljetettiin viikoittain pois työmaalta. Purku- ja muottipuutavara lajiteltiin uudelleenkäytettäviin ja polttopuuksi meneviin, jotka kuljetettiin varastolle. Koska työmaata ei voinut kokonaan sulkea sivullisilta, oli työmaan siisteyteen kiinnitettävä erityistä huomiota.

### 3.4.2 Oma toiminta työmaalla

Laadin työmaalle teräsrungon- kerrostasojen ja kattoelementin nostosuunnitelman. Teräsrungon nostosuunnitelmassa huomioitiin oman nosturiauton ulottuvuus, joka oli teoriassa riittävä, mutta kohteen ahtaat tilat ja olosuhteet huomioiden päädyttiin suorittamaan koenosto hallin pihalla ennen rungon kuljetusta. Koenostossa todettiin nosturin ulottuma riittäväksi. Samalla pystyttiin kartoittamaan tarvittava turva-alue nostolle sekä noston vaatima aika, joita hyödynnettiin työmaalla tiedottamalla talon asukkaille nostotyön kestosta. Työmaata ei voinut sulkea koko rakennusajaksi sivullisilta, koska pyörävarastot sijaitsivat aivan rakennettavan hissitornin vieressä.

Kattoelementtien nostoon suunnittelussa varattiin ulkopuolinen nosturiauto sekä henkilönostin nostovälineiden irrotukseen. Pohjatutkimustietojen ja perustusten kaivuutöistä saatuja maan kantavuustietoja hyödynnettiin nosturin pystytyksessä. Kerrostasoja asennettaessa käytettiin turvavaljaita nostovälineiden irrotuksessa sekä kaiteiden asennuksessa. Kerrokset olivat lukittuina väliaikaisilla vanerioilla, jotta sivulliset eivät päässeet rappukäytäviltä tasoille.

### 3.4.3 Johtopäätökset

Työmaalla ei sattunut yhtään tapaturmaa koko rakennushankkeen aikana, joten sen suhteen hanke onnistui täydellisesti. Muutaman kerran jouduin huomauttamaan varsinkin muille urakoitsijoille kypärän käytöstä. Työntekijät käyttivät turvavälineitä ja ottivat muutenkin työturvallisuuden tosissaan huomioon. Pölyntorjunta oli asia, joka olisi tarvinnut enemmän suunnittelua ja huomiota. Jätteiden lajittelu työmaalla oli tehokasta, puujäte lajiteltiin heti ja kuljetettiin pois työmaalta.

### 3.5 Tuotantotekniikka

#### 3.5.1 Yrityksen toimintatapa

Tavoitteena on lisätä esivalmistettujen osien ja elementtien käyttöä tuotannossa. Rakenneosia valmistetaan tuotantohallissa sisätiloissa mahdollisimman pitkälle riippuen kohteesta ja kuljetusmatkasta. Sisätiloissa valmistettaessa saadaan parempaa laatua ja laadunvalvonta on helpompaa, kun tarkastus suoritetaan hyvin valaistuissa sisätiloissa ennen elementin luovutusta kuljetettavaksi työmaalle. Valmiiden elementtien asennus työmaalla on nopeaa, ja myös kosteudenhallinta työmaalla helpottuu, kun rakennusaika lyhenee ja saadaan nopeasti rakenteet säältä suojaan. Tuotantohallissa on oma linjasto runkotalppien sahausta ja loveamista varten, jolloin työmaalle saadaan määrämittaista puutavaraa. Puutavaran hukka vähenee sekä myös kuljetustarve ja varastointi työmaalla pienenevät.

#### 3.5.2 Oma toiminta tuotantotekniikassa

Omaan vastuualueeseeni tuotantotekniikassa kuului esivalmistettujen teräsrunkojen määrä- ja katkaisuluetteloiden laadinta, laadunvalvonta, mittaus, työpiirustusten laadinta sekä työnjohto työmaalla.

Määrä- ja katkaisuluettelot laadin CAD:in avulla sekä Excel-taulukko-ohjelmalla, joiden perusteella tilaukset tehtiin. Laadunvalvonnassa tarkastin hitsausaumojen A-mitan sekä hitsauksen onnistumisen silmämääräisesti. Työmaalla työnjohton vastuualueeseen kuului kaikki rakennustyöt ja eri urakoitsijoiden töiden yhteensovittaminen.

#### 3.5.3 Johtopäätökset

Tuotannon kehittäminen esivalmistettujen rakenneosien käyttöön ja hyödyntämiseen nopeuttaa rakennushankkeiden valmistumista. Omalla esivalmistuksella

ja kuljetuskalustolla saadaan myös rakennuskustannuksia vähennettyä verrattuna työmaalla paikalla rakennettuun. Sääolosuhteiden vaikutus rakentamiseen vähenee ja resursseja voidaan siirtää tarvittaessa esivalmistukseen, jos työt estyvät tai hankaloituvat esimerkiksi sateen vuoksi. Esivalmistus vaatii tarkat suunnitelmat kohteesta sekä niiden noudattamista työmaalla.

Pienillä rakenne- ja arkkitehtisuunnitelmien muutoksilla olisi voinut lämpöeristeet ja julkisivun pintamateriaalin vaihtaa esimerkiksi Paroc-villaelementtiin, jolloin rakennusvaihe olisi ollut vielä nopeampi. Kustannusvertailua kyseiselle vaihtoehdolle ei tehty.

### 3.6 CAD-ohjelmien hyödyntäminen tuotannossa

#### 3.6.1 Työmaan toimintatapa

Työkohteen arkkitehtikuvat tulivat rakennuttajalta CAD-kuvina. Rakenne- ja leikkauskuvat piirrettiin omalla toimistolla CAD:llä. Toimistolla tehtiin myös tarvittavat työpiirustukset teräsrungon kokoonpanoa varten.

#### 3.6.2 Oma toiminta työmaalla

Omiin tehtäviini kuului kohteen rakenne- ja työpiirustusten piirto. Rakennepiirustusten teossa sain ohjeet käytettävistä rakenteista ja materiaaleista joiden perusteella tein perustus-, vesikatto-, runko- ja rakenneleikkauspiirustukset työkohteeseen.

Työpiirustuksissa piirsin teräsrungon mittakuvan kokoonpanoa varten. Mittatiedot käytiin mittaamassa työmaalla joka kerros erikseen, molemmista rappukäytävistä. Mittauksissa ilmeni kerroskorkeuksissa pieniä vaihteluita, joten molempien rappujen teräsrungot oli piirrettävä erikseen. Teräsrungon kokoonpanokuvasta sai myös rungon kokonaispainon nostosuunnitelmiin. Määrä- ja katkaisuluettelon laadinta tehtiin teräsrungon kokoonpanokuvasta, minkä perusteella



tarvittavat teräsputket ja profiilit tilattiin. Tein myös perustusten raudoitustyöpiirustukset CAD:lla sekä määrä- ja katkaisuluettelon raudoituksesta.

### 3.6.3 Johtopäätökset

CAD-ohjelmia käyttämällä rakennepiirustuksista voidaan ottaa osasuurennoksia työmaan käyttöön. Piirustuksista voidaan poistaa kaikki muut tiedot, jotka eivät koske työvaihetta, näin saadaan nopeasti ja helposti luettavia työpiirustuksia eri työvaiheista. CAD-ohjelmien automaattisia laskenta- ja määrätoimintoja hyödyntämällä saadaan nopeasti ja tarkasti tarvittavat hankintalistat. CAD-ohjelmien tehokas käyttö vaatii jatkuvaa käyttöä ja harjoittelua.

## 4 OMA OSAAMISTASO JA KEHITTÄMISTARVE

### 4.1 Tehtäväsuunnittelu

Omat vahvuudet tehtäväsuunnittelussa ovat rakennusmestarin koulutuksessa saatu perusteellinen tieto ja taito tehtäväsuunnitelmien laatimiseen ja niiden tärkeyteen sekä harjoitustyönä Rakennus-Kylänpää Oy:lle tehty kalusteasennuksen tehtäväsuunnitelma Kuloisten koulun saneeraustyömaalle.

Oman tehtäväsuunnittelun kehittämistarve olisi aktiivisempi suunnitelmien teko pienemmistäkin tehtävistä, jolloin suunnitelmien tekeminen muodostuisi rutiininomaiseksi ja nopeammaksi.

### 4.2 Ajallinen suunnittelu ja valvonta

Viikkosuunnitelmien laatiminen työmaalla ja niiden valvonta ovat lisänneet osaamistani aikataulusuunnittelussa.

Kehittämistarpeena koen yleisaikataulujen laatimisen työmaalle, josta ei ole kovin paljon kokemusta.

### 4.3 Työ- ja ympäristöturvallisuus

Työturvallisuuden teorian hallinta ja tarvittavien tietojen haku kuuluvat omaan osaamiseen. Työmaalla tehtäviini ovat kuuluneet erilaisten turvallisuussuunnitelmien laatiminen ja riskikartoitus. Myös jätehuolto ja sen hoitaminen työmaalla ovat tulleet tutuksi työharjoittelujaksoilla.

Työturvallisuudessa ja sen noudattamisessa työmaalla on aina kehitettävää.

#### 4.4 Rakennussopimukset

Vahvuuksiini kuuluvat opinnäytetyön tekemisen yhteydessä perehtyminen erilaisiin rakennussopimuksiin, sekä niiden tulkintaan. Määrä- ja kustannuslaskennassa on myös tarjousten pyyntö tullut jonkin verran tutuksi.

Varsinaisten sopimusten tekemiseen olisi vielä tarvetta saada lisää kokemusta ja varmuutta.

#### 4.5 Tuotantotekniikka

Vahvuuksiani tuotantotekniikassa ovat kiinnostus erilaisista rakenneratkaisuista ja niiden mahdollisuuksista. Rakentamisen kehittäminen uusilla rakenneratkaisuilla ja niiden käyttäminen työmaalla, uusien rakennusmääräysten ja energiatehokkuuden kiristyminen pakottavat muutoksiin työmaalla. Tämän työn aikana sain paljon kokemusta esivalmistus- ja elementtirakentamisesta, jotka tulevat lisääntymään rakentamisessa.

Oma kehittämistarve tuotantotekniikassa on saada lisää kokemusta käytännön työstä eri rakenneratkaisuissa ja niiden todellisista kustannuksista, kun huomioidaan työmaan kaikki kulut.

#### 4.6 CAD-ohjelmien hyödyntäminen tuotannossa

Vahvuuksiini kuuluu aikaisempi kokemus AutoCAD:lla piirtämisestä sekä kiinnostus tietotekniikan hyödyntämismahdollisuuksista työmaalla. CadsPlanner-ohjelman hallinta ja hyödyntäminen suunnittelussa on myös vahvaa aluettani. Työharjoittelussa olen piirtänyt lupa- ja rakennekuvia erilaisilla CAD-ohjelmilla.

Tietomallinnus ja siihen liittyvä elinkaarimalli sekä niiden osaamisen kehittämisen.

## 5 YHTEENVETO

Hissin rakentaminen vanhaan kerrostaloon on haasteellinen projekti, joka alkaa siitä, minkälainen hissi valitaan ja mihin se sijoitetaan. Tässä työssä käydään läpi ratkaisu, jossa on valittu hydraulinen hissi ja rappukäytävän laajennus talon ulkopuolelle teräsrunkorakennetta käyttäen.

Työn alussa käsitellään teoriaa ja sen jälkeen teorian soveltamista työmaalla käytäntöön. Käytännön soveltamisessa työmaalle on ensin osuus työmaan käytännöistä ja sen jälkeen omat tehtävät työmaalla ja vielä viimeiseksi omat johtopäätökset työmaasta ja sen kehittämismahdollisuuksista. Viimeisessä luvussa käydään vielä läpi oma osaaminen ja kehittämistarpeet toimimiseen rakennusalan työnjohdon tehtävissä.

Toisessa luvussa on tarkasteltu kuudelta eri aihealueelta rakentamisen teoriaa. Aihealueista ensimmäisenä oli tehtäväsuunnittelu. Lähdetietona pääosin Rakennustiedon kirjallisuus, jota voidaan pitää luotettavana lähteenä. Toinen osio oli aikataulu ja sen seuranta, jossa lähteenä eri kirjoja Rakennustieto oy:ltä. Kolmannessa osiossa käsiteltiin rakennussopimuksia ja seuraavassa osiossa työ- ja ympäristöturvallisuutta, joissa kummassakin muutamia lainauksia suoraan lakiteksteistä sekä lähdekirjallisuutena Rakennustiedon kirjat. Kaksi viimeistä aihetta olivat oman kiinnostuksen myötä valittuja, ensimmäinen oli tuotantotekniikka ja toinen CAD-ohjelmien hyödyntäminen tuotannossa. Lähdetietojen löytäminen CAD-ohjelmien hyödyntämiseen oli hankalaa kirjallisuuden ollessa vanhaa.

Teorian soveltaminen käytäntöön -luvussa käydään läpi työmaan toimintatapoja sekä rakentamisen eri vaiheita. Jokaisen osion lopussa on johtopäätöksiä työmaasta ja omasta toiminnasta työmaalla sekä mahdollisia kehitysehdotuksia tuleviin hankkeisiin.

## LÄHTEET

Illikainen, K. 2006. AutoCAD 2006. Jyväskylä: Docendo Finland Oy.

Koskenvesa, A & Sahlstedt, S. 2011. Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2011. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Koski, H.; Koskenvesa, A.; Mäki, T. & Kivimäki, C. 2010. Rakentamisen tuotantotekniikka 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Laki varallisuus oikeudellisista oikeustoimista 13.6.1929/228.

Liuksiala, A. 2004. Rakennussopimukset käytännön käsikirja. 6., uusittu laitos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Mäki, T. & Koskenvesa, A. 2007. Aikataulukirja 2008. 11., uudistettu painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Peterson, T. 1998. 3D Studio max 2. Vehanen, T. Espoo: Suomen Atk-kustannus Oy.

Pöyry 2012. Rakennuksen tietomallinnus laserkeilauksella. Viitattu 6.10.2012 [www.poyry.fi/sites/www.poyry.fi.mosaic.fi/files/189.pdf](http://www.poyry.fi/sites/www.poyry.fi.mosaic.fi/files/189.pdf).

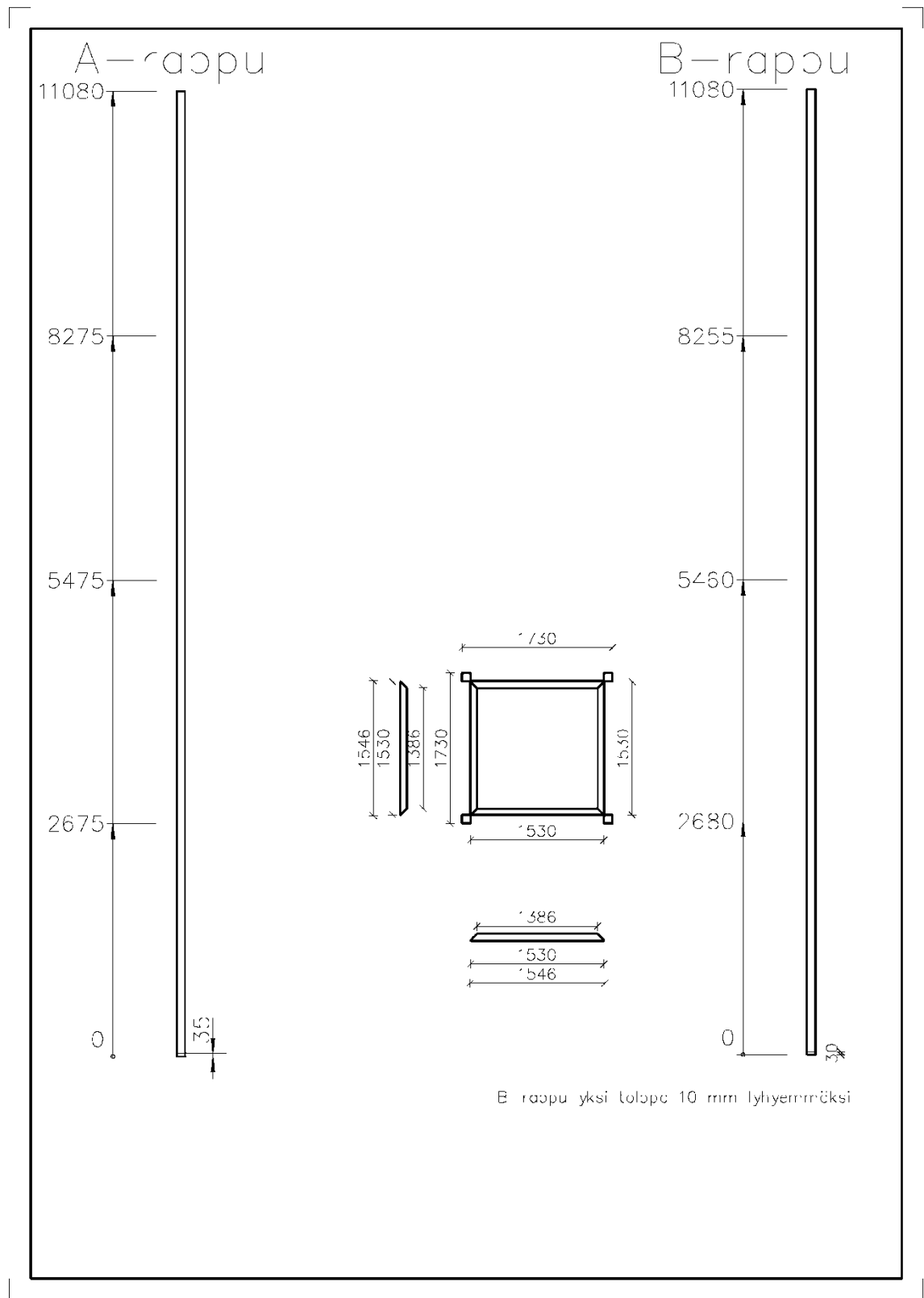
Ratu S-1228. Rakentamisen tehtäväsuunnittelu. Ohje aliurakan ja työkaupan hallintaan. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ril 2012. Alan kehittäminen. Tietomallinnus Viitattu 7.10.2012 [www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html](http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html).

.

Viikkoaikataulu 38–40





[illegible]



